

Ⅲ-A131 重力式護岸に作用する地震時土圧に関する模型実験(1)

—加振時における護岸および背面地盤の挙動—

大成サービス(株) 正 半田佳正

大成建設(株)技術研究所 正 末岡 徹 正 藤原齊郁 正 堀越研一

1. はじめに

阪神・淡路大震災では、重力式護岸が多数の被害を受けるなど、地震時に重力式護岸に作用する土圧性状に関しては未解明な部分が多いのが現状である。筆者らはこれまで、地震時における重力式護岸および護岸背面地盤の挙動について研究を行ってきた<sup>1)</sup>。本論文では、地震時における重力式護岸に作用する土圧を把握することを目的とした遠心载荷模型実験の結果のうち、主に加振時における護岸および背面地盤の挙動について述べる。なお、護岸に作用する土圧・水圧に関する実験結果については別報<sup>2)</sup>を参照されたい。また、本論文の数値で特に記述のないものはモデルスケールである。

2. 実験概要

図-1に実験に用いたモデル図を示す。実験には幅94cm×奥行き25cm×高さ20cmのアルミ製の剛体土槽を用い、模型壁は高さ17cm×幅7.0cm(実物換算:高さ5.1m×幅2.1m)で単位

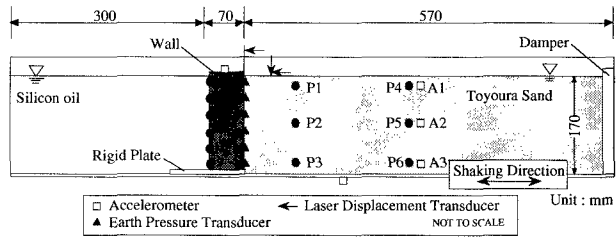


図-1 遠心载荷実験モデル

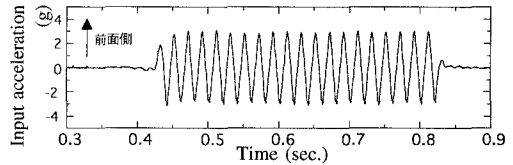


図-2 入力波形(100Gal)

体積重量 $2.1(tf/m^3)$ とし、壁の底面には表面に豊浦砂を貼り付けたアルミ板(摩擦係数: $\mu=0.36$ )を設置した。壁の背面地盤は気中落下法により相対密度 $Dr=40\%$ とし、実験モデルおよびシリコンオイルのタンクの双方を脱気した状態で地盤を飽和した。なお、本実験では遠心加速度を $30g$ とし、間隙流体として水の30倍

の粘性を持つシリコンオイルを使用した。入力波は $50Hz$ 、20波の正弦波とし、実物換算で最大加速度が $100Gal$ 、 $150Gal$ および $300Gal$ について実験を行った。図-2に入力波形を示す。計測項目は、模型壁背面側壁面の水圧および土圧、前面側壁面の水圧、壁の加速度応答および水平変位、背面地盤内の間隙水圧および加速度応答とした。なお、今回の実験モデルは、港湾基準<sup>3)</sup>に基づき滑動安全率 $Fs=1.0$ として逆算した設計震度は $kh=0.13$ であった。

3. 実験結果

(1) 模型壁背面地盤の間隙水圧 図-3および図-4に加振時における壁の背面地盤の過剰間隙水圧の経時変化(図-1中のP3、P6)を示す。なお、図中の直線は、当該地点の有効上載圧である。その結果、加振により間隙水圧の上昇が見られ、過剰間隙水圧比1付近にまで至っていることがわかる。なお、この上昇の仕方についても $100Gal$ の場合は徐々に上昇しているのに対し、 $300Gal$ の場合は急激に上昇する特徴が見られる。間隙水圧の消散が壁に近い方が早い点、および $300Gal$ 加振時にP3で負圧が生じる点については壁の変位による影響と考えられる。以上の結果はその他の間隙水圧計の測定結果についても同様の傾向が見られた。また、 $150Gal$ の場合の結果についても負圧が発生するなど $300Gal$ の場合と同様の性状が見られた。

キーワード: 遠心载荷実験, 側方流動, 液状化, 護岸

連絡先: 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術研究所 TEL 045(814)7236 FAX 045(814)7257

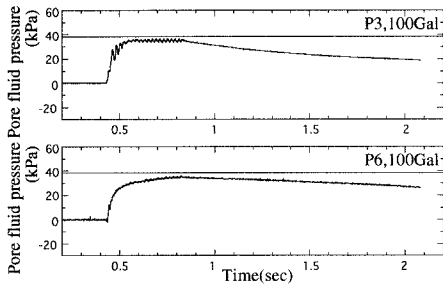


図-3 過剰間隙水圧の経時変化（100Gal）

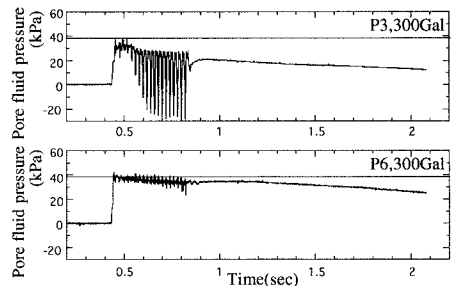


図-4 過剰間隙水圧の経時変化（300Gal）

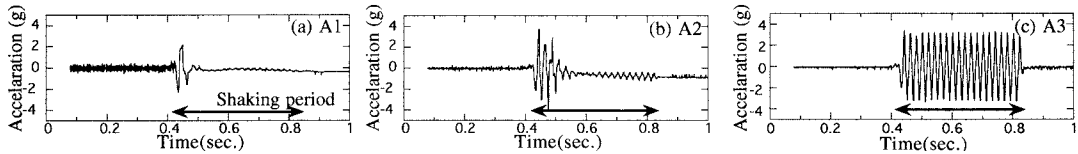


図-5 背面地盤の加速度応答（100Gal）

（2）壁背面地盤の加速度応答 図-5に模型壁背面地盤中の加速度応答を示す。底部（A3）については上載圧が大きい影響が出ているが、その他の測点（A1, A2）については、間隙水圧の挙動に見られる様に完全に液状化していることがわかる。なお、150Gal, 300 Gal の場合も同様の結果となった。

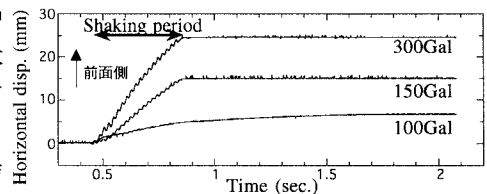


図-6 模型壁水平変位の経時変化

（3）壁の水平変位 図-6に模型壁頭部の水平変位の経時変化を示す。いずれの場合も加振により、前面側へ変位している。150Gal および300Gal の場合は加振終了とともに変位も終了しているのに対し、100 Gal の場合は加振終了後も変位していることがわかる。水平変位発生 の要因としては加振による壁の慣性力および液状化を伴う背面土圧が挙げられるが、100 Gal の場合の様に比較の変位が小さい場合には負の水圧も発生せず、液状化による土圧が主因となって加振後も変位しているものと考えられる。一方、150Gal および300Gal の様に加振による慣性力等により比較の変位が大きい場合には、壁に作用する土圧<sup>2)</sup>が抑制されるため、加振終了と同時に変位が終了するものと考えられる。図-7に入力加速度の最大値と壁の水平変位の関係を示す。その結果100～150 Gal 付近を境に加速度の上昇に伴い、変位量が急増していることがわかる。このことは、前述の滑動安全率Fs=1.0時の設計震度kh=0.13と一致した結果となった。また、図中には、同一のモデルで壁の背面地盤が乾燥砂の場合の実験結果<sup>4)</sup>も示している。その結果、飽和砂モデルの方が壁の変位が大きいことがわかる。これは、飽和砂モデルの方が、加振時において壁に作用する土圧が大きき<sup>2)</sup>、さらに、飽和により壁に浮力が作用するため設計震度は乾燥砂モデルのkh=0.19に対して、飽和砂モデルの場合がKh=0.13となっている影響と考えられる。

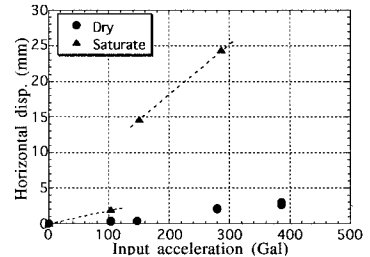


図-7 入力加速度と模型壁水平変位

図-7に入力加速度の最大値と壁の水平変位の関係を示す。その結果100～150 Gal 付近を境に加速度の上昇に伴い、変位量が急増していることがわかる。このことは、前述の滑動安全率Fs=1.0時の設計震度kh=0.13と一致した結果となった。また、図中には、同一のモデルで壁の背面地盤が乾燥砂の場合の実験結果<sup>4)</sup>も示している。その結果、飽和砂モデルの方が壁の変位が大きいことがわかる。これは、飽和砂モデルの方が、加振時において壁に作用する土圧が大きき<sup>2)</sup>、さらに、飽和により壁に浮力が作用するため設計震度は乾燥砂モデルのkh=0.19に対して、飽和砂モデルの場合がKh=0.13となっている影響と考えられる。

参考文献 1) 藤原, 堀越, 末岡 (1997) 地震時の護岸および背面地盤の挙動に関する模型実験, 大成建設技術研究所報第30号 2) 藤原, 堀越, 末岡, 半田 (1998) 重力式護岸に作用する地震時土圧に関する模型実験 (2) -加振時に護岸に作用する土圧・水圧-, 土木学会第53回年次学術講演会 (投稿中) 3) (社) 日本港湾協会 (1989) 港湾施設の技術上の基準・同解説 4) 藤原, 堀越 (1998) 地震時における重力式護岸に作用する土圧性状, 第33回地盤工学会研究発表会